

## OPTIMASI PARAMETER *SPIN COATING* UNTUK DEPOSISI LAPISAN TIPIS MOLIBDENUM DISULFIDA

### *SPIN COATING PARAMETER OPTIMIZATION FOR MOLYBDENUM DISULFIDE THIN FILM DEPOSITION*

Hastuti Delima<sup>1</sup>, I.P.Handayani<sup>2</sup>, Edy Wibowo<sup>3\*</sup>

Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[hastutidelima@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:hastutidelima@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[iphandayani@telkomuniversity.ac.id](mailto:iphandayani@telkomuniversity.ac.id)  
<sup>3</sup>[edywibowo@telkomuniversity.ac.id](mailto:edywibowo@telkomuniversity.ac.id), (\*corresponding author)

---

#### Abstrak

Tugas akhir ini mempelajari tentang lapisan MoS<sub>2</sub> yang dideposisi di atas substrat PET, ITO/PET dan SiO<sub>2</sub> dengan menggunakan dua metode yaitu *drop casting* dan *spin coating*. Untuk mendapatkan lapisan MoS<sub>2</sub> yang tipis dan merata maka perlu dilakukan optimasi parameter *spin coating* yang baik. Pada penelitian ini, kecepatan putar dan lama waktu putar (*pick dwell*) divariasikan untuk mengoptimasi sebaran lapisan yang dapat mempengaruhi sifat optik dan listrik. Lapisan MoS<sub>2</sub> yang dideposisi dengan menggunakan cara *spin coating* menghasilkan lapisan yang lebih tipis dibandingkan dengan cara *drop casting*. Untuk deposisi dengan *spin coating* sebaran MoS<sub>2</sub>/PET terlihat lebih banyak celah dibandingkan dengan sebaran lapisan MoS<sub>2</sub>/ITO/PET dan MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>. Lapisan MoS<sub>2</sub>/PET menghasilkan ketebalan rata-rata sebesar 7 nm sedangkan lapisan MoS<sub>2</sub>/ITO/PET menghasilkan ketebalan rata-rata sebesar 5 nm. Jika waktu putar lebih singkat maka diperoleh lapisan yang tebal. Pada saat kecepatan putar meningkat maka lapisan MoS<sub>2</sub> yang dihasilkan lebih tipis. Pengukuran sifat listrik dilakukan dengan cara mengamati kurva karakteristik I-V lapisan MoS<sub>2</sub> pada substrat. Proses deposisi tidak terlalu mempengaruhi sifat listrik dibandingkan dengan jenis substrat yang digunakan.

**Kata kunci :** MoS<sub>2</sub>, PET, ITO/PET, SiO<sub>2</sub>, *drop casting*, *spin coating*.

---

**Kata Kunci:** MoS<sub>2</sub>, PET, ITO/PET, SiO<sub>2</sub>, *drop casting*, *spin coating*

---

*This final project studies the MoS<sub>2</sub> layer deposited on PET, ITO / PET and SiO<sub>2</sub> substrates using two methods, namely drop casting and spin coating. To get a thin and evenly distributed MoS<sub>2</sub> layer, a good spin coating parameter optimization is needed. In this experiment, the rotating speed and pick dwell were varied in order to optimize the layer distribution. Which might affect optical and electrical properties. The deposited MoS<sub>2</sub> layer using spin coating results in a thinner layer thickness than the drop casting method. The distribution of MoS<sub>2</sub> / PET has more gaps between two layers compared to the distribution of MoS<sub>2</sub> / ITO / PET and MoS<sub>2</sub> / SiO<sub>2</sub> layers. The average thickness of the MoS<sub>2</sub> / PET layer & MoS<sub>2</sub>/ITO layers are 7 nm and 5 nm, respectively. The shorter the pick dwell, the thicker the layer. The thickness decreases with the increasing of the spin coating rotating speed. Electrical characteristic measurement was being done by observing I-V characteristic curve of MoS<sub>2</sub> layer on each substrates. Deposition methods do not influence significantly the electrical properties which are more dependent on substrat types.*

**Keywords :** MoS<sub>2</sub>, PET, ITO/PET, SiO<sub>2</sub>, *drop casting*, *spin coating*.

#### 1. Pendahuluan

Molibdenum Disulfida (MoS<sub>2</sub>) merupakan salah satu keluarga Metal Transisi Dikhalkogenida dengan celah pita semikonduktor *direct* ~1,8 eV pada saat berbentuk lapisan tunggal dan ~1,2 eV *indirect bandgap* pada saat berbentuk *bulk*. Se jauh ini, MoS<sub>2</sub> telah mengalami kemajuan terutama pada bidang penyimpanan energi. Lapisan tunggal MoS<sub>2</sub> juga memiliki mobilitas pembawa muatan sebesar 200 cm<sup>2</sup>/Vs dalam suhu ruang. MoS<sub>2</sub> juga memiliki sifat mekanik yang kuat dengan Modulus Young sebesar 0,33 ± 0,07 TPa dan *tensile strenght* sebesar 23 GPa. Keunggulan MoS<sub>2</sub> ini dapat memberikan peluang dalam berbagai aplikasi termasuk transistor, fotodetektor dan perangkat memori [1].

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan berbagai metode untuk menghasilkan lapisan MoS<sub>2</sub> yaitu pengelupasan mekanik, teknik pengelupasan fasa cair, dan Chemical Vapor Deposition (CVD). Pada metode

pengelupasan mekanik, lapisan tunggal  $\text{MoS}_2$  yang dideposisikan dengan  $\text{SiO}_2$  menghasilkan ketebalan sekitar 0,8 nm dengan lebar sebesar 10  $\mu\text{m}$  [2]. Pada penelitian selanjutnya, teknik CVD yang digunakan dalam mensintesis highly crystalline  $\text{MoS}_2$  menghasilkan ketebalan yang sama sebesar 0,8 nm dan diameter sebesar 160 nm [3]. Selanjutnya terkait dengan sifat listrik, penelitian lapisan tipis  $\text{MoS}_2$  di atas substrat PET yang dideposisi dengan menggunakan cara *drop casting* menghasilkan arus sebesar -2  $\mu\text{A}$  sampai 2  $\mu\text{A}$  dengan variasi tegangan dari -20 V sampai 20 V. Resistivitas  $\text{MoS}_2$  di atas substrat PET sebesar 4,1  $\text{k}\Omega\text{ cm}$  [4]. Selanjutnya, lapisan  $\text{MoS}_2$  yang dideposisi di atas substrat ITO/PET menghasilkan arus sebesar 0  $\mu\text{A}$  sampai 0,9  $\mu\text{A}$  ketika diberi tegangan -40 sampai 0 V dengan tegangan *threshold* sebesar (-12.2 + 3 V) [5]. Pada penelitian  $\text{MoS}_2$  flakes yang dimodifikasi dengan eksfoliasi fasa cair dan dideposisikan di atas substrat  $\text{SiO}_2$  menghasilkan nilai arus sebesar -2  $\mu\text{A}$  sampai 1,5  $\mu\text{A}$  ketika diberi tegangan -3 sampai 3 V, nilai resistivitas flakes  $\text{MoS}_2$  sebesar 1,40  $\text{k}\Omega\text{ cm}$ , terdapat beberapa masalah dalam pembentukan film tipis ini, yaitu sintesis lapisan tipis  $\text{MoS}_2$  mendapatkan hasil ketebalan yang tepat, tidak memerlukan pasokan sulfur tambahan selama sintesis dan menghasilkan produk kualitas kristal yang tinggi. Sejauh ini hanya ada beberapa laporan yang diterbitkan untuk lapisan tipis  $\text{MoS}_2$  [6]

Terkait dengan metode *spin coating* untuk menghasilkan lapisan yang tipis dan merata, telah dilakukan percobaan menggunakan  $\text{MoS}_2$  flakes pada substrat  $\text{SiO}_2$  menghasilkan variasi ketebalan lapisan yaitu 2-30 nm pada kecepatan 3000 rpm dengan waktu selama 60 detik. Pada penelitian ini, lapisan  $\text{MoS}_2$  menghasilkan arus sebesar 0 sampai 0.02 mA ketika diberi tegangan mencapai 5 V [7]. Parameter *spin coating* yang mempengaruhi ketebalan yaitu, kecepatan dan lama waktu putar [8].

Pada tugas akhir ini, proses modifikasi lapisan  $\text{MoS}_2$  dilakukan dengan metode eksfoliasi fasa cair karena metode ini memungkinkan dapat terbentuknya lapisan tunggal dalam jumlah yang besar atau lebar yang terbentuk dalam orde mikrometer [9]. Proses modifikasi dilakukan dengan menggunakan ultrasonikator Elmasonic S10 dengan frekuensi 37 kHz untuk mengeksfoliasi serbuk  $\text{MoS}_2$  yang dilarutkan dalam N-Metil-2-Pirolidon (NMP), dan ditambah Natrium Hidroksida (NaOH) sebagai interkalator. Selanjutnya, hasil eksfoliasi fasa cair akan dideposisi di atas substrat PET, ITO/PET dan  $\text{SiO}_2$  dengan metode *spin coating* yang kemudian dapat diukur ketebalan dan sifat listriknya. Parameter *spin coating* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, mengatur variasi kecepatan putar sebesar 400 rpm, 800 rpm dan 1200 rpm. Penelitian ini memberikan informasi bahwa kecepatan dan waktu putar mempengaruhi ketebalan  $\text{MoS}_2$ . Namun sifat listrik tergantung pada jenis substrat.

## 2. Perancangan Penelitian

### 2.1. Proses Modifikasi Serbuk $\text{MoS}_2$

Metode ini merupakan proses terkelupasnya serbuk  $\text{MoS}_2$  yang telah dilarutkan dengan menggunakan NMP (*N Methyl Pyrrolidone*) dan NaOH sebagai interkalator dengan konsentrasi 2 mg/mL. Larutan  $\text{MoS}_2$  dimodifikasi dengan cara disonikasi menggunakan alat ultrasonikator (Elmasonic-S 10 Hans Schmidbauer GmbH & Co) selama 60 jam dan disentrifugasi dengan kecepatan 2500 rpm selama 30 menit. Larutan  $\text{MoS}_2$  disonikasi kembali jika menunjukkan gejala seperti mengendap. Selama proses sonikasi, larutan  $\text{MoS}_2$  harus diperhatikan perubahannya dan dilakukan pencocokkan setiap 30 menit agar larutan tercampur dengan baik.

### 2.2. Deposisi

Deposisi larutan  $\text{MoS}_2$  pada substrat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan *spin coating* atau langsung diteteskan saja (*drop casting*).

### 2.3. Skema Pengukuran Transmisi Cahaya yang Melewati Sampel

Setelah mengamati sebaran lapisan  $\text{MoS}_2$ , akan diuji sifat optiknya dengan spektrometer, proses tersebut dilakukan untuk mengetahui ketebalannya. Sumber cahaya dipancarkan menuju substrat dan akan mengenai substrat dengan lapisan  $\text{MoS}_2$  dan kemudian ditransmisikan. Berikut adalah skema pengukuran transmisi cahaya.



Gambar 2.1. Skema Pengukuran Transmisi Cahaya yang Melewati Sampel

Hasil transmisi akan muncul dalam bentuk grafik pada komputer yang terhubung dengan spektrometer. Cahaya datang ( $I_0$ ) merupakan puncak transmisi cahaya dan cahaya yang ditransmisikan ( $I_1$ ) merupakan puncak cahaya yang melewati lapisan  $\text{MoS}_2$  yang diletakkan kedalam wadah tertutup. Cahaya datang tepat diposisikan tepat didepan kaca yang tidak dilapisi  $\text{MoS}_2$ . Setelah itu ujung fiber optik diposisikan didepan kaca yang terlapis oleh  $\text{MoS}_2$  agar transmisi cahaya yang melewati lapisan dapat diteruskan. Selanjutnya akan didapat koefisien serapan dari lapisan  $\text{MoS}_2$  yang nantinya akan digunakan untuk menentukan ketebalan dengan menggunakan persamaan Lambert-Beer.

#### 2.4. Pengukuran Sifat Listrik

Untuk mengetahui sifat listrik dari sampel, maka dilakukan pengamatan terhadap kurva karakteristik I-V. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat Keithley 2400. Sebelum melakukan pengukuran, dibuat dahulu elektroda pada ketiga substrat. Pembuatan elektroda bertujuan untuk mengukur besarnya nilai arus yang dihasilkan saat diberi masukan berupa tegangan. Agar dapat menghantarkan tegangan dan arus, maka digunakan serat kabel tembaga. Kemudian, serat kabel tembaga direkatkan pada bidang substrat menggunakan *silver conductive paste*.

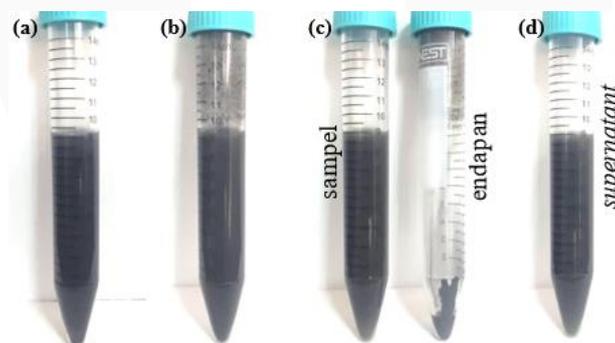


Gambar 2.1. Skema pengukuran sifat listrik lapisan  $\text{MoS}_2$  di atas substrat

Selanjutnya, lapisan  $\text{MoS}_2$  yang dideposisi pada substrat diapit dengan kabel capit buaya. Kabel capit buaya pada elektroda sisi kiri dan kanan disambungkan menggunakan kabel yang terhubung dengan kabel *sourcemeater* Keithley 2400 yang terkoneksi dengan laptop. Kemudian, akan diberikan tegangan untuk melihat grafik arus antara substrat dengan lapisan  $\text{MoS}_2$ . Kurva I-V yang dihasilkan dapat dianalisis nilai untuk mencari konduktivitas listrik  $\text{MoS}_2$  pada substrat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Modifikasi $\text{MoS}_2$ dengan Metode Eksfoliasi

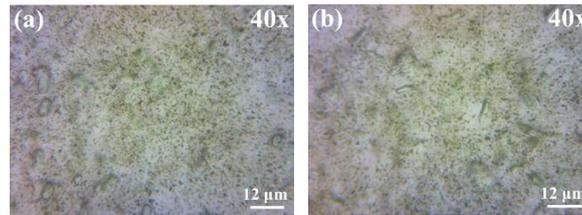


**Gambar 3.1** Larutan NMP dicampur dengan 1 mg/mL  $\text{MoS}_2$  dan 2 mg/mL NaOH (a) larutan sebelum dimodifikasi dan (b) setelah disonikasi selama 60 jam (c) setelah disentrifugasi (d) setelah dipisah antara endapan dan supernatant.

Larutan  $\text{MoS}_2$  sebelum dilakukan proses sonikasi berwarna hitam pekat (Gambar 4.1. (a)). Setelah proses sonikasi selama 60 jam larutan  $\text{MoS}_2$  berubah warna menjadi lebih terang, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 (b). Pada Gambar 4.1 (c) merupakan hasil sentrifugasi dari larutan  $\text{MoS}_2$ , dan dapat dilihat endapan yang lebih berat menempel pada dinding tabung bagian bawah dan terpisah dengan material yang lebih ringan (*supernatant*). Selanjutnya, *supernatant* tersebut dipindahkan ke tabung yang lain seperti pada Gambar 4.1 (d). Larutan yang telah dipindahkan disonikasi kembali agar tetap tercampur merata dan tidak mengendap. *Supernatant* selanjutnya dideposisi diatas substrat PET, ITO/PET dan  $\text{SiO}_2$  untuk diuji sifat optik dan listriknya.

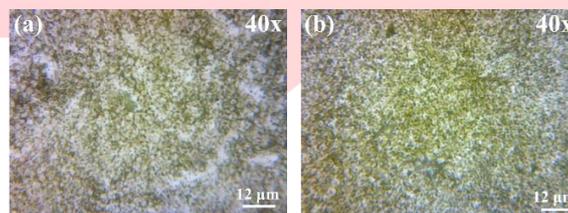
### 3.2. Hasil Deposisi MoS<sub>2</sub> di atas Substrat

Deposisi MoS<sub>2</sub> pada substrat dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara penetasan (*drop casting*) dan secara pemutaran menggunakan alat *spin coating*. Hasil dari masing-masing cara dapat dilihat pada Gambar 3.2.



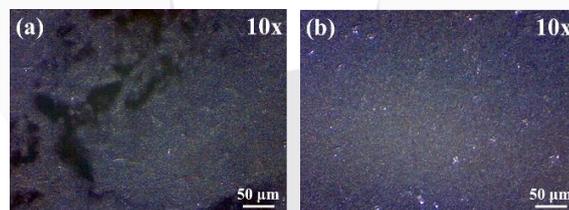
**Gambar 3.2.** Citra mikroskop (40 kali perbesaran) lapisan MoS<sub>2</sub> di atas substrat PET dengan cara (a) *drop casting* (b) menggunakan alat *spin coating*

Berdasarkan gambar tersebut MoS<sub>2</sub> di atas substrat PET yang dideposisi secara *drop casting* (Gambar 3.2 (a)) terlihat tersebar merata ke seluruh substrat dan terdapat lapisan yang tebal dan tipis. ukuran lapisan MoS<sub>2</sub> dari 3 μm sampai 12 μm dengan celah antar lapisan sebesar antara 1 μm sampai 3 μm dibandingkan dengan cara deposisi menggunakan alat *spin coating* (Gambar 3.2 (b)) ukuran lapisan MoS<sub>2</sub> sebesar 4 μm sampai 12 μm dan lapisan memiliki celah antara 2 μm sampai 6 μm.



**Gambar 3.3.** Citra mikroskop (40 kali perbesaran) lapisan MoS<sub>2</sub> di atas substrat ITO/PET dengan cara (a) *drop casting* (b) menggunakan alat *spin coating*

Berdasarkan gambar tersebut MoS<sub>2</sub> di atas substrat ITO/PET yang dideposisi secara *drop casting* (Gambar 3.3 (a)) dengan perbesaran 40 x. Lebar daerah yang ditutupi lapisan MoS<sub>2</sub> sebesar 2 μm sampai 12 μm dengan celah antar lapisan sebesar 2 μm sampai 10 μm dibandingkan dengan cara pemutaran menggunakan alat *spin coating* (Gambar 3.3 (b)) Lebar daerah yang tertutupi oleh MoS<sub>2</sub> memiliki nilai sebesar 3 μm sampai 10 μm ketika diperbesar 40x dan celah lebih terlihat jelas sebesar 2 μm sampai 4 μm.



**Gambar 3.4.** Citra mikroskop (10 kali perbesaran) lapisan MoS<sub>2</sub> di atas substrat SiO<sub>2</sub> dengan cara (a) *drop casting* (b) menggunakan alat *spin coating*

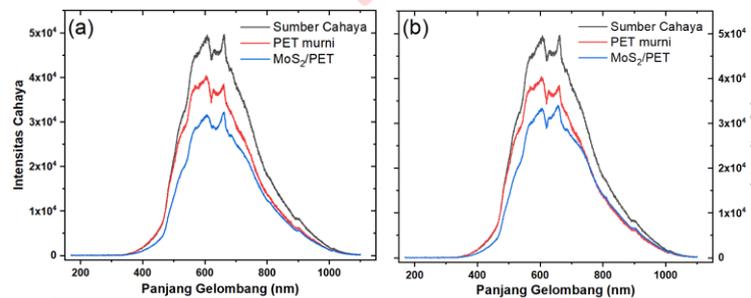
Berdasarkan gambar tersebut MoS<sub>2</sub> di atas substrat SiO<sub>2</sub> di amati dengan perbesaran 10x. Lapisan yang dideposisi secara *drop casting* (Gambar 3.4 (a)) terlihat merata tetapi masih menyisakan daerah kosong pada bagian pinggir substrat dan lebar daerah MoS<sub>2</sub> yang menutupi substrat sebesar 18 μm sampai 156 μm dengan celah sebesar 6 μm sampai 33 μm dibandingkan dengan cara pemutaran menggunakan alat *spin coating* (Gambar 3.4 (b)), pada saat diperbesar 10x terlihat lebih jelas bahwa sebaran MoS<sub>2</sub> merata diatas seluruh substrat SiO<sub>2</sub> dengan celah yang bervariasi antara 4 μm sampai 16 μm

**Tabel 3.1. Kecepatan Putar Spin Coating**

Step	Ramp (s)	PickDwell (s) (1)	PickDwell (s) (2)	RPM
0	25	100	60	200
1	25	120	60	300
2	25.5	160	100	400
3	20	60	60	250
0	25	100	60	200
1	25	120	60	300
2	25.5	160	100	800
3	20	60	60	250
0	25	100	60	200
1	25	120	60	300
2	25.5	160	100	1200
3	20	60	60	250

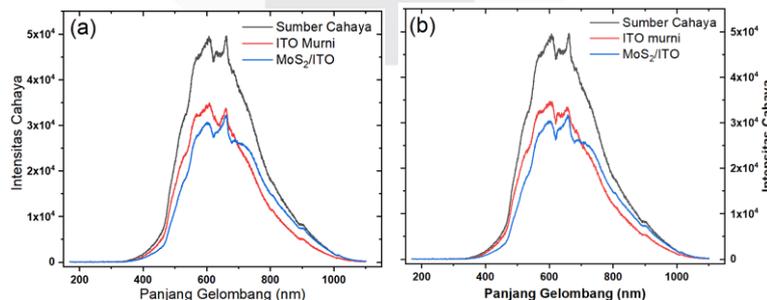
Tabel 3.1 merupakan kecepatan putar dan tahapan dari spin coating yang digunakan untuk mendeposisi lapisan MoS<sub>2</sub>. Kecepatan putar dan lama waktu putar akan mempengaruhi hasil penyebaran MoS<sub>2</sub> di atas substrat. Setelah dilakukan penelitian menggunakan parameter tersebut, maka hasil yang baik didapatkan pada saat kecepatan putar 400 rpm pada *pick dwell* 1.

**3.3. Hasil Pengukuran Ketebalan MoS<sub>2</sub> pada Substrat**



**Gambar 3.5. Kurva transmisi cahaya pada substrat PET (a) drop casting dan (b) spin coating.**

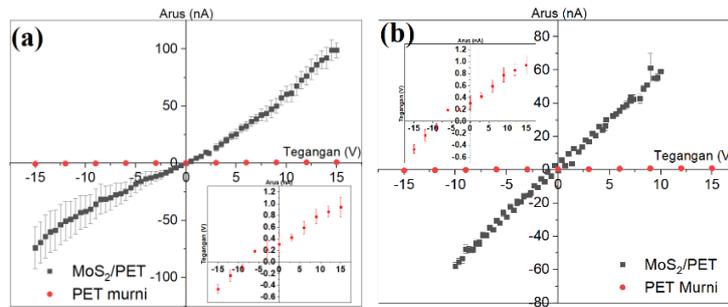
Gambar 3.5. menunjukkan hasil transmisi cahaya dari sumber (warna hitam) setelah melewati PET murni (warna merah) dan MoS<sub>2</sub> dengan 2 mg/mL NaOH (warna biru). Pada saat sumber cahaya melewati PET murni intensitas cahaya yang ditransmisikan lebih tinggi dibandingkan dengan MoS<sub>2</sub> yang dicampur dengan 2 mg/mL NaOH. Berdasarkan informasi data transmisi cahaya maka dapat diketahui ketebalan lapisan MoS<sub>2</sub> dengan menggunakan persamaan Lambert Beer. Ketebalan lapisan MoS<sub>2</sub>/PET yang dideposisikan dengan *drop casting* sebesar 8 nm sedangkan nilai ketebalan lapisan MoS<sub>2</sub>/PET yang dideposisikan dengan *spin coating* lebih tipis sebesar 7 nm.



**Gambar 3.6. Kurva transmisi cahaya pada substrat ITO/PET (a) drop casting dan (b) spin coating.**

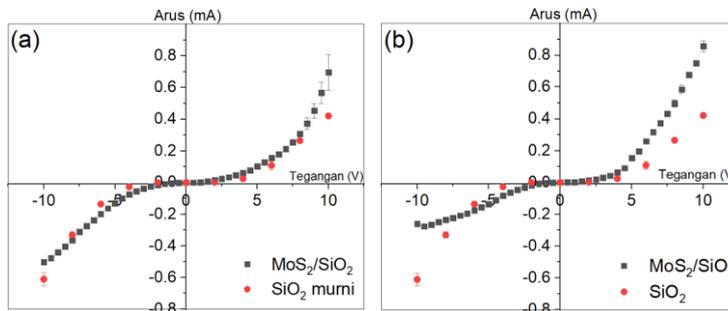
Gambar 3.6. menunjukkan hasil transmisi cahaya dari sumber (warna hitam) setelah melewati ITO murni (warna merah) dan MoS<sub>2</sub> dengan 2 mg/mL NaOH (warna biru). Pada saat sumber cahaya melewati ITO murni intensitas cahaya yang ditransmisikan lebih tinggi dibandingkan dengan MoS<sub>2</sub> yang dicampur dengan 2 mg/mL NaOH. Ketebalan lapisan MoS<sub>2</sub>/ITO/PET yang dideposisikan dengan *drop casting* sebesar 4 nm sedangkan nilai ketebalan lapisan MoS<sub>2</sub>/ITO/PET yang dideposisikan dengan *spin coating* sebesar 5 nm.

### 3.4. Hasil Pengukuran Sifat Listrik Lapisan MoS<sub>2</sub>



**Gambar 3.7. Kurva Karakteristik I-V lapisan MoS<sub>2</sub>/PET (a) *drop casting* dan (b) *spin coating*.**

Gambar 3.7 (a) menampilkan kurva karakteristik I-V dari lapisan MoS<sub>2</sub>/PET yang dideposisi dengan cara *drop casting*. Kurva I-V PET murni pada saat tegangan divariasi dari -15 sampai 15 V ditandai dengan warna merah sedangkan warna hitam merupakan kurva karakteristik I-V dari sampel MoS<sub>2</sub>. Terdapat perbedaan besar arus pada kedua kurva tersebut. Arus mengalir dari nilai -74 nA sampai 98 nA. Dengan menggunakan hukum ohm dihasilkan nilai resistansi sebesar 0,2 GΩ dan nilai resistivitas sebesar 0,48 kΩ.cm. Sedangkan, Arus mengalir dari nilai -57 nA sampai 61 nA menghasilkan nilai resistansi sebesar 0,171 GΩ dan nilai resistivitas sebesar 0,41 kΩ.cm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7 (b). Berdasarkan suatu penelitian MoS<sub>2</sub> yang dideposisi di atas substrat PET memiliki resistivitas 4,1 kΩ.cm. [4]. Resistivitas MoS<sub>2</sub>/PET yang dideposisi menggunakan *spin coating* lebih mendekati resistivitas MoS<sub>2</sub>/PET menurut referensi.



**Gambar 3.8. Kurva Karakteristik I-V lapisan MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> (a) *drop casting* dan (b) *spin coating*.**

Gambar 3.8 (a) menampilkan kurva karakteristik I-V dari lapisan MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> yang dideposisi dengan cara *drop casting*. Kurva I-V SiO<sub>2</sub> murni pada saat tegangan divariasi dari -10 sampai 10 V ditandai dengan warna merah sedangkan warna hitam merupakan kurva karakteristik I-V dari sampel MoS<sub>2</sub>. Terdapat perbedaan besar arus pada kedua kurva tersebut. Arus mengalir dari nilai -0,5 mA sampai 0,7 mA. Dengan menggunakan hukum ohm dihasilkan nilai resistansi sebesar 37 MΩ dan nilai resistivitas sebesar 0,00046 kΩ.mm. Pada Gambar 3.8 (b) kurva karakteristik I-V dari lapisan MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> yang dideposisi dengan cara *spin coating* arus mengalir dari nilai -0,26 mA sampai 0,85 mA dan nilai resistansi yang diperoleh sebesar 1,63 x 10<sup>5</sup> kΩ. Nilai resistivitas lapisan MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> yang dideposisikan menggunakan *spin coating* sebesar 2,1 GΩ.mm.

## 4. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa simpulan yaitu:

1. Lapisan MoS<sub>2</sub> yang dihasilkan ketika kecepatan putar semakin tinggi maka semakin tipis dan pengaruh lama waktu putar akan menghasilkan lapisan yang tebal jika lama waktu putar dipersingkat. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini seluruh sampel MoS<sub>2</sub> 400 rpm dengan *pick dwell* 1 menghasilkan sebaran yang merata dan lapisan yang dihasilkan lebih tipis dibandingkan dengan *pick dwell* 2.
2. Sifat listrik MoS<sub>2</sub> dipengaruhi substrat, MoS<sub>2</sub>/PET menunjukkan perilaku kurva I-V insulator, sedangkan MoS<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> menunjukkan perilaku karakteristik kurva I-V semikonduktor.

## 5. Saran

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut dan pengembangan lebih lanjut untuk memperbaiki kekurangan Tugas Akhir ini. Adapun saran yang dianjurkan adalah sebagai berikut:

1. Perlu melakukan optimasi parameter waktu putar *spin coating* yang lebih baik.
2. Pembuatan elektroda harus lebih berhati-hati agar tidak merusak sampel, sehingga dihasilkan hasil sifat listrik yang baik.

## Daftar Pustaka

- [1] Xiao Li, H. Z. (2015). Two-dimensional MoS<sub>2</sub> : Properties, preparation, and applications. *Materiomics*, 33-44.
- [2] Hai Li, J. W. (2014). Preparation and Applications of Mechanically Exfoliated Single Layer and Multilayer MoS<sub>2</sub> and WSe<sub>2</sub> Nanosheets. *ACS Publications*, 1067-1075.
- [3] Xinheng Wang, H. F. (2013). Controlled Synthesis of Highly Crystalline MoS<sub>2</sub> Flakes by Chemical Vapor Deposition. *ACS Publications*.
- [4] Ridwan F.Hossain, I. G. (2017). Biocompatible, large-format, inkjed printed heterostructure MoS<sub>2</sub>-graphene photodetectors on conformable substrates. *Nature Partner Journals*.
- [5] Jongwon Yoon *et al* (2013). Highly Flexible and Transparent Multilayer MoS<sub>2</sub> Transistors with Graphene electrodes. *Small*, 1-6.
- [6] Lee, K. (2011). Electrical Characteristics of Molybdenum Disulfide Flakes Produced by Liquid Exfoliation. *advanced material*, 4178-4182.
- [7] Yang, H. (2017). Highly Scalable Synthesis of MoS<sub>2</sub> Thin Films with Precise Thickness Control via Polymer-Assisted Deposition. *Chemistry of materials*, 5772-5776.
- [8] *Cost Effective Equipment*. "Spin Coat Theory",  
<http://www.costeffectiveequipment.com/spin-coating-theory>,  
(diakses tanggal 3 Desember 2018)
- [9] Bang, G. S. (2014). Effective Liquid-Phase Exfoliation and Sodium Ion Battery Application of MoS<sub>2</sub> Nanosheets. *ACS Publications*, 7084-7089.